Finn, B.
1887.

Thesis

Bern 1887

Über die Wirkung von Nährflüssigkeiten auf das Herz.

LANE MEDICAL LIBRARY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF. 94304

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen medizinischen Fakultät der Universität Bern

vorgelegt von

Bertha Finn
aus Bialystock.

München.
Druck von R. Oldenbourg.
1887.

Über die Wirkung von Nährflüssigkeiten auf das Herz.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen medizinischen Fakultät der Universität Bern

vorgelegt von

Bertha Finn
aus Bialystock.

München.
Druck von R. Oldenbourg.
1887.

Auf Antrag des Unterzeichneten von der medizinischen Fakultät zum Drucke als Dissertation genehmigt.

Bern, den 19. Januar 1887.

H. Kronecker.

Aus dem Physiologischen Institut der Universität Bern.

Zuvörderst kontrollierte ich die Angaben von S. Ringer[1]). Dieser Forscher sprach die Uberzeugung aus, dafs die physiologischen Kochsalzlösungen dem durchspülten Froschherzen nicht das Material zur Pulsation entziehen, sondern dafs sie deshalb ungünstig wirken, weil zu dem Stoffwechsel, während der Muskeltätigkeit, Kalk- und Kalisalze notwendig sind. Ringer fühlt sich zu der Ansicht gedrängt, dafs sehr wahrscheinlich im Muskelgewebe Material aufgespeichert ist, um die Kontraktion zu unterhalten, und dafs dieses Material nicht aus den Herzhöhlen ausgewaschen werden kann, dafs jedoch die Menge desselben wechselt mit den Jahreszeiten und den Lebensbedingungen der Frösche.

Diese Ansicht hat aber Ringer in der erwähnten Arbeit keineswegs bewiesen, sondern noch auf derselben Seite (363), wo er die aufgeführten Sätze aufstellt, sagt er: »Kronecker lenkt die Aufmerksamkeit auf den grofsen Einflufs, welchen auch geringe Mengen von Serumalbumin auf die Leistungsfähigkeit des Herzventrikels ausüben; und meine folgenden Experimente bestätigen vollauf seine Beobachtung«. Ringer hat eingehende und wertvolle Untersuchungen über die Wirkungen der Salze auf die Form und Gröfse des Herzpulses angestellt.

1) Regarding the influence of the organic constituents of the Blood on the contractility of the ventricle. The Journ. of Physiol. vol. 6 Nr. 6 p. 361.

Ringer fand (wie schon Haller, v. Wittich, Koelliker, Engelmann, Kühne, Cohnheim, Nasse, Kronecker etc.), dafs destilliertes Wasser die Muskeln starr macht und daher auch dialysierte Blutlösung ungeeignet ist, das Froschherz zu ernähren, dafs Zusatz von 0,6% Kochsalz den Starrkrampf aufhebe, jedoch nur schwache Pulse ermögliche. Als nun Ringer 0,01% Kalziumchlorid hinzugesetzt, wurden die Herzschläge stärker und noch mehr, als er noch 0,01% Natriumbikarbonat beifügte. Immer noch aber war die Diastole der hohen Pulse abnorm verlängert. 0,0075% Chlorkalium beseitigten diesen Tonus. Hieraus schlofs Ringer, dafs durch Dialyse der gröfste Teil des Kali aus der Blutlösung entfernt werde. In einem anderen Versuche brachte er sogleich die dialysierte Blutlösung auf den normalen Kochsalzgehalt und füllte damit das Froschherz. Die Pulse nahmen bald tonischen Charakter an. Es genügten nun 0,0075% Kaliumchlorid, um normale Pulse hervorzurufen, ohne dafs Zusatz von Kalk nötig gewesen wäre. Daraus schlofs Ringer, dafs auch nach tagelanger Dialyse Kalk in der Blutlösung bleibe.

Als normale Zirkulationsflüssigkeit empfahl er daher folgende Lösung, welche wir nun Ringersche Lösung nennen wollen:

1 kg Wasser,
6 g Natriumchlorid,
0,1 g Natriumbicarbonat,
0,1 Kalziumchlorid,
0,075 Kaliumchlorid.

Von dieser Lösung gibt Ringer an, dafs sie für mehrere Stunden die Kontraktilität des Herzens unverändert erhalte, jedoch im März, April, Mai und Juni viel weniger wirksam sei. Die Pulse waren tonisch, zumal im Mai und Juni, ähnlich wie nach Veratrin. Kaliumchlorid bis zur doppelten Menge der anfänglichen konnte den Puls wieder normal machen. Ähnliche Macht besafs im März und April Kalziumchlorid: bis zu der $1^1/_2$-fachen Menge zur Lösung gefügt.

Ringer vermochte durch Zusatz von sehr kleinen Mengen (1%) geschlagenen Blutes oder (2–3%) Serum zu seiner Lösung das

hiermit gefüllte Froschherz länger als 24 Stunden schlagfähig zu erhalten.

Auch Eierweifs in kleiner Menge (etwa 1%), Ringerscher Lösung zugesetzt, machte dieselbe stärker wirksam. Doch waren die Pulse kleiner als vom normalen Froschherzen. In einfacher Kochsalzlösung fand er dasselbe viel weniger wirksam.

Endlich ergab sich ihm auch Gelatine (0,25—0,5% seiner Lösung zugesetzt) als gutes Nährmittel für das Froschherz, das damit bis 6 Stunden schlug. Mit Thymol haltbar gemachtes Blut (1%) gab freilich noch viel bessere Resultate.

Durch diese recht interessanten Versuche hat aber Ringer gar nichts für oder wider die Nährfähigkeiten seiner Flüssigkeiten bewiesen.

Bowditch und Luciani u. a. haben ja ebenfalls viele Stunden lang das Herz, mit Kochsalzlösung oder gummihaltiger Kochsalzlösung gefüllt, schlagen lassen. Kronecker lehrte das »Auswaschen« und Martius wie v. Ott betonen ja, dafs man zuweilen stundenlang das Herz mit indifferenten Lösungen ausspülen mufs, bevor die letzten Nährreste aus seinen Spalten entfernt sind. Es kommt oft genug vor, dafs die Pulse eines ausgewaschenen Herzens verschwindend klein geworden sind, und doch, nachdem das Herz damit ein paar Minuten geruht hat, wieder gröfser werden, ja selbst durch die nächste Durchleitung nochmals vergröfsert erscheinen. Dennoch ernähren sie nicht, sondern machen nur die Nahrungsreste verwertbar.

Nährlösungen nennen wir solche, welche stets den Herzschlag kräftig erhalten, bis das Herz abzusterben beginnt.

An der Hand dieses Kriterium haben wir die Ringersche Lösung mit Nährlösungen verglichen.

Folgende Tabellen geben die Resultate:

Versuchsreihe I.

Spülflüssigkeit		Pulshöhe nach Durchspülung		Zahl der Pulse i. 1 M.	Bemerkungen
Art	Menge	Max.	Min.		
	ccm	mm	mm		
1. Ringer	52	2	1		Herz bald erschöpft
Blutlösung	5	—	—		
Kochsalzlösung	185	4,5	0		
Eiereiweifs	26	12	0		
2. Blutlösung	1	13,5	0		lange Ermüdungsreihe
Kochsalzlösung	140	3,5	0		
Ringer	60	1	0		
Eiereiweifs	10	—	0		
Blutlösung	8	1,5	0		
Blut + Ringer	10	4	0		
3. Keine Durchleitung	—	15	8	55	
Ringer	150	14,5	0	143	
Alk. Kochsalzlösung	120	7	0	—	
Eiereiweifs	90	7	2	428	
4. Keine Durchleitung	—	14	2	156	
Kochsalzlösung	120	8	0	17	soweit zählbar
Alk. Kochsalzlösung	110	11	0	17	
Blutlösung	4	5	1,5	544	
Alk. Kochsalzlösung	110	4,5	0	38	zählbare
Eiereiweifs	30	2	0	63	»
Blutlösung	10	4,5	0	47	
Eiereiweifs	12	2	0	—	
5. Keine Durchleitung	—	12,5	7,5		
Kochsalzlösung	30	2,5	0		
Alk. Kochsalzlösung	60	2,0	0		
Eiereiweifs	30	—	0		
Blutlösung	120	3,5	0		
Eiereiweifs	20	5	0		
6. Kochsalzlösung	210	14,5	0		
Alk. Kochsalzlösung	40	3,5	0		
Blutlösung	2	17	1,5	50	
Ringer	5	8,5	0	26	
Blutlösung	10	4	3	43	
Ringer	890	11,5	0	380	zählbare
Blutlösung	9	8	0	—	

Spülflüssigkeit		Pulshöhe nach Durchspülung		Zahl der Pulse	Bemerkungen
Art	Menge	Max.	Min.		
	ccm	mm	mm		
7. Ohne Durchleitung	—	15	0	—	
Kochsalzlösung . .	225	15,5	3,5	120	
Ringer	1085	14	0	229	zählbare
Blutlösung	4	7,5	0	5	
8. Ohne Durchleitung	—	7	7	14	
Kochsalzlösung . .	34	6	0	—	
Ringer	14	—	0	—	
Blutlösung	2	22	20	30	
Ringer	84	18	0	204	zählbare
Blutlösung	9	8	7	556	
9. Blutlösung	2	15	13	43	
Ringer	287	21	0	544	zählbare
Blutlösung	10	4,5	0	—	
10. Kochsalzlösung . .	165	Pulse werden ganz klein			
Ringer	10	Pulse wachsen wieder bis zur früheren Höhe			Einige Doppelschläge
»	330	Pulse bleiben hoch			
»	120	Pulse werden kleiner			
»	40	Pulse etwas gröfser			Oft Massage
»	120	Pulse ganz klein			
»	40	Pulse etwas gröfser, dann kleiner			Herz schlägt nur auf Reiz
»	120	Wieder spontane Schläge			Massage
»	120	Pulse wieder kleiner			Intervall unregelmäfsig
»	30	Pulse etwas gröfser			Massage
»	60	Früh. Pulsgröfse, bl. a. Reiz			
»	30	Pulse verschwinden ganz			
»	30	Einige Pulse, auf Reiz			
»	60	A. Reiz kaum merkl. Schläge			
Blutlösung	6	Immer zunehmende Pulse			Massage
Ringer	90	Pulse auf Reiz			
»	90	Pulse auf Reiz			Massage
»	180	Schläge kleiner auf Reiz			Massage
»	300	Minimale Schläge auf Reiz			
Blutlösung	4	Hohe Pulse			

11. Das Herz wird zuerst mit Ringerscher Lösung erschöpft. 1 Teil Blutlösung mit 2 Teilen 0,6 proz. Cl Na-Lösung ermöglicht starke Pulse. Cl Na-Lösung macht die Pulse viel kleiner, bis sie kaum merklich sind. Eiereiweifslösung (2 Teile Eiweifs + 3 Teile dest. Wasser; das Gemisch auf 0,6 proz. Cl Na-Gehalt gebracht) ermöglicht fast so hohe Schläge wie die Blutlösung.

12. Herz, mit alkalischer Kochsalzlösung ausgewaschen, ist nach zwei Stunden erschöpft. Trotz Durchleitung von 40 ccm Blut bleibt das Herz blafs. Massage läfst die Pulse gröfser werden. Mit alkalischer Kochsalzlösung erschöpft. Eiereiweifslösung gibt etwas steigende Pulse, welche aber bald wieder abnehmen. Blutlösung steigert jetzt beträchtlich die Pulse.

13. Blut (1 T. + 2 T. Kochsalzlösung) ermöglicht hohe Schläge. Kochsalzlösung und alkalische Kochsalzlösung bringen die Pulse zum Verschwinden. Gelatine (0,5 % in Kochsalzlösung) ernährt nicht. Blutlösung ermöglicht wieder kleine Pulse, welche durch Gelatinedurchspülung wieder verschwinden.

14. 2 ccm Blutlösung (1 T. auf 2 T. 0,6 proz. Na Cl-Lösung) ruft sehr ausgiebige Pulse hervor; alkalische Na Cl-Lösung bringt dieselben zum Verschwinden. 6 ccm Blutlösung bringen die Schläge auf die Höhe, welche sie am Anfang des Versuches hatten. Durch 30 ccm Ringerlösung werden die Pulse bald wieder klein, einige sind doppelt; nach 50 ccm Ringerlösung verschwinden sie ganz. **1 ccm** Blut genügt, um das Herz wieder zum sehr merklichen schlagen zu bringen.

15. Das Herz wird mit gewöhnlicher, dann mit alkalischer Kochsalzlösung bis zum Stillstand ausgewaschen. Es wird auch unreizbar. **2 ccm** Blutlösung rufen wieder Pulse hervor von gleicher Höhe wie am Anfang des Versuches. Nach 10 ccm Ringerlösung sind die Schläge wieder sehr klein und mehrmals verdoppelt. **1 ccm** Blut macht sie wieder gröfser als die erste Blutdurchleitung. Hiernach vermag auch Ringerlösung die Pulse lange Zeit kräftig und regelmäfsig zu erhalten.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dafs die Ringersche Lösung eine das Herz vortrefflich konservierende Flüssigkeit ist und insofern der einfachen, wie der alkalischen Kochsalzlösung vorzuziehen, dafs es aber keine Nährlösung ist, wie die serumeiweifshaltigen Lösungen.

Ferner ist erwiesen, dafs Eiereiweifs in der Tat geringe ernährende Eigenschaften besitzt, freilich viel weniger als die Serumeiweifse. Hoppe-Seyler[1]) nimmt aber auch als wahrscheinlich an, dafs Hühnereiweifs Serumalbumin enthalte.

Von Gelatine haben wir niemals Nährwirkungen gesehen, doch war uns das von Ringer gebrauchte Präparat (von Swinbourne and Nelson) nicht zugänglich.

---

1) Zeitschr. f. physiol. Chemie. Berlin 1881, S. 779.

Nachdem meine Versuche abgeschlossen waren, erhielt ich aus dem pharmakologischen Laboratorium der Universität Siena eine Arbeit von Bufalini und Torsellini[1]).

Diese Forscher haben gefunden, dafs auch das Krötenherz lediglich durch serumalbuminhaltige Flüssigkeiten dauernd schlagfähig erhalten wird. Eierweifslösungen erschienen Bufalini und Torsellini recht brauchbar, aber doch nicht so dauerhaft ernährend wie das Serum.

Recht interessant ist ihre Beobachtung, dafs Milch oder Molke das Krötenherz in tonischen Krampf versetzt und tötet; und zwar bleibt der Molke diese giftige Wirkung, auch wenn sie neutralisiert, dialysiert, und auf den richtigen Kochsalzgehalt gebracht worden ist. Aufserdem fanden die genannten Forscher, dafs das Krötenherz konzentriertere Kochsalzlösungen (1%) als das Froschherz (0,6%) ohne Nachteil verträgt.

Hiernach bleibt der von Kronecker und Stirling aufgestellte Satz in Kraft: Das Froschherz arbeitet nicht auf Kosten seines Gewebes, sondern nur mittels zugeführten Serumeiweifses. Dafs hierzu winzige Reste genügen, kann uns nicht wundernehmen, wenn wir bedenken, dafs nach Franklands Bestimmungen 0,01 g Eiweifs potentielle Energie genug besitzt, um ein Froschherz 20 Tage lang am Quecksilbermanometer maximale Arbeit leisten zu lassen.

Die Ringersche Lösung hat sich aber als ein treffliches Konservierungsmittel des Froschherzens bewährt, und soll uns als Auswaschflüssigkeit dienen.

Wir wenden uns nun zur Hauptaufgabe dieser Arbeit: Herr Kronecker stellte die Frage: »Wie wirkt das ermüdete Blut auf das Herz zurück?«

Aus der Arbeit von Sophie Handler hat sich ergeben, dafs die Reduktion des Hämoglobins im Herzen beschleunigt wird: durch den tätigen Zustand des Herzens, unabhängig von der dabei geleisteten Arbeit. Handler fand dabei, dafs die erhöhte Reduktionskraft des Herzens noch eine Weile die Tätigkeit über-

1) Ricerche sopra l'influenza di alcune sostanze sull'attività del cuore di rospo. Bollett. della Società tra i cultori di sc. med. Anno IV, No. 5, Siena 1886.

dauert, dafs aber das Reduktionsvermögen gemindert werden kann: durch längeres Auswaschen des Herzens mit indifferenten Lösungen oder mit frischen Nährflüssigkeiten.

Die Versuchsanordnung war ganz analog der von S. Handler gebrauchten. Das Blut wurde spektroskopisch untersucht: derart, dafs man bestimmen konnte, wenn das Hämoglobin im Herzen reduziert war. Sodann wurde dasselbe Blut, welches wir »gearbeitetes Blut« nennen wollen, durch Schütteln arteriell gemacht und darauf wieder in dasselbe oder in ein frisches Herz gebracht. Es werden nun in vergleichenden Beobachtungsreihen die Zeiten verglichen, welche erforderlich waren zur Reduktion des »gearbeiteten« und des nicht gearbeiteten Blutes.

Zur vergleichenden Spektroskopie diente die Perfusionsblutkammer, welche in S. Handlers Arbeit beschrieben ist. Es konnten jedoch die Teile wegbleiben, welche die Registrierung der Herzpulse vermittelten, und um möglichst nichts von den kleinen Mengen »gearbeiteten Blutes« zu verlieren, welche aus dem Herzen wiedergewonnen werden mufsten, saugten wir das Blut direkt aus der »Blutkammer« in eine aufgeschliffene Pravazsche Spritze, aus welcher es alsbald dem Herzen zugepumpt wurde, wenn in der Blutkammer noch nicht der einfache Hämoglobinstreifen zu sehen war.

Versuchsreihe II.

Als Beispiel solcher Experimente will ich die Tabelle meines 16. Versuches mitteilen:

Ein Krötenherz, vor dem Versuche mit 20 ccm verdünntem (15 proz.) frischem Kalbsblute durchflossen, macht spontan drei Schläge pro 1 Min.

Temperatur	Reduktionszeit	Pausendauer	Blutart	Bemerkungen
	Min.	Min.		
18,5°	38			Nach der Anfangsdurchleitung bleibt das Herz schlaglos. Vor jedem Wechsel der Lösung wird das Herz mit 50 ccm Ringerlösung ausgewaschen.
»	16	31	nicht gearb. Blut	
»	13	40	» » »	
»	6	28	gearbeitetes Blut	
»	12	17	nicht gearb. Blut	
»	5	20	gearbeitetes Blut	
»	11	12	nicht gearb. Blut	
»	4	21	gearbeitetes Blut	
»	12	10	nicht gearb. Blut	
21,5°	12	12	» » »	
»	7	10	gearbeitetes Blut	

Schildkrötenherz, frisch. Durchleitung mit 1 Tag altem Kalbsblut, 15%.

Temperatur des Bades	Temperatur des Zimmers	Zeit der Redukt. i. Herzen	Reizeffekt	Ruhezeit nach d. Versuche	Blutart	Bemerkungen
21°	20,5°	3′	12 Schl. pro Min.	30′	nicht gearb. Blut	Herz vorher mit NaCl-Lös. ausgewaschen
»	»	1	»	34	»	
»	»	4	flim-	20	gearb. Blut	Das Flimmern dauert bis zu Vers. VII
»	»	2	mernd	12	»	
»	»	7	»	15	nicht g. Blut	
»	»	6	»	17	»	
»	»	3	»	15	gearb. Blut	Kräftige Pulse.[1]) Hubhöh. 70 mm
»	»	4	»	22	nicht g. Blut	
»	»	3	13 Schl. p.′	14	gearb. Blut	
»	»	3	15 »	12	nicht g. Blut	
»	»	2	12 »	—	gearb Blut	

Krötenherz, frisch. Kalbsblut frisch, 15%.

Temperatur des Bades	Temperatur des Zimmers	Zeit der Redukt. i. Herzen	Reizeffekt	Ruhezeit nach d. Vers.[2])	Blutart	Bemerkungen
18,5°	18,5°	38′	Stehtstill	31′		Vor d. Versuch Durchleitung m. 50 ccm Ringerlösung
»	»	16		40		
»	»	13		28		
»	»	6		17		
»	»	12		20		Das Herz fängt an leichte Kontraktionen zu mach., 2 Schläge pro ′. Nach der Durchleitung wied. still, Vorhöfe kontrahieren sich
»	»	5		12		
»	»	11		21		
»	»	4		10		
»	»	12		12		
21,5	»	12		10		
»	»	7		—		

Krötenherz, frisch. 1 Tag altes Kalbsblut, 10%.

Temperatur des Bades	Temperatur des Zimmers	Zeit der Redukt. i. Herzen	Reizart	Ruhezeit nach d. Versuche	Blutart	Bemerkungen
18,5	18°	4,5′	Elektr. Reizung alle 4″	0 2 St. 57′	nicht gearb. Blut	
18,5	18	6	»	14′		Während d. langen Ruhezeit bleibt das Herz m. Blut gefüllt
20,0	19	9	»	—		
20,0	19	5	»			

1) Nachher Durchspülung mit Ringerlösung. 2) Von jedem Versuch bis zum nächsten wurden 50 ccm Ringerscher Lösung durchgeleitet.

Schildkrötenherz, frisch. Frisches Kalbsblut 15%.

Temperatur des Bades	Temperatur des Zimmers	Zeit der Redukt. i. Herzen	Reizart	Ruhezeit nach d. Versuche	Blutart	Bemerkungen
	17°	21′	3′ gereizt		n. g. Bl.	Herz unerregb. 30 ccm Blutlösung nach jedem Versuche perfundiert
		5	»	29′	»	
		4	»	11	»	
		sogl. red.		15	»	
		3	»	34	gearb. Bl.	Das nichtdurchgeleitete Blut reduziert sich nach 1 St. 50′
		3	»	33	»	

Aus diesen Tabellen ergibt sich, dafs in der Mehrzahl der Versuche das »gearbeitete« Blut schneller im Herzen reduziert wird als das nicht gearbeitete Blut. In manchen Versuchen (vgl. die erste Tabelle der Versuchsreihe II) sind die Unterschiede sehr grofs. In anderen Fällen aber sind die Differenzen zwischen der Reduktionszeit des nicht gearbeiteten und des gearbeiteten Blutes nicht grofs, zuweilen selbst negativ. Hieran trugen in manchen Fällen Versuchsfehler die Schuld, wie z. B., dafs zu spät die vollendete Reduktion konstatiert wird, oder beim Stempelaufziehen die Spritzenkanüle etwas gelockert wird und ein Luftbläschen ansaugt (was in den Protokollen bemerkt wurde). In anderen Fällen war das Herz in den verglichenen Versuchspaaren nicht physiologisch gleichartig, indem es einmal pulsierte, das nächste Mal ruhend blieb; oder das eine Mal waren seine Nährspalten offen, das andere Mal geschlossen, so dafs das Blut einmal in das Gewebe eindringen konnte, das andere Mal in weniger intimen Kontakt mit dem Gewebe kam. Endlich war auch das Auswaschen zwischen zwei Versuchen nicht immer so gründlich zu bewerkstelligen, dafs man sicher sein konnte, all die früheren Blutreste entfernt zu haben. In der ersten Abteilung dieser Arbeit habe ich schon gezeigt, dafs es häufig ungemein langwierig ist, das Herz durch Ausspülen von den Resten seiner Nährflüssigkeit zu befreien. Welch grofsen Einflufs auf die Reduktionsgeschwindigkeit ein längeres Schliefsen der Herzspalten haben kann, zeigte ein Experiment, bei welchem die Reduktionszeit von 7′ auf 12′, so-

dann von 22′ auf 48′ verlängert wurde, als das Herz mit Ringerscher Lösung $1^1/_2$ Stunden aufbewahrt worden war.

Krötenherz, frisch. Kalbsblut, 1 Tag alt, 10%.

Temperatur des Bades	Temperatur des Zimmers	Zeit der Redukt. i. Herzen	Stimulation	Ruhezeit nach d. Versuche	Blutart	Bemerkungen
18,5°	18°	4,5′	jede 4″		n. gearb.	Nach jedem Versuche 50 ccm Blut perfund.
»	»	6	»	2 St. 57′	»	
20	19	9	»	14′	»	
»	»	5	»		»	

In diesem Versuche zeigte sich, dafs Blut im Herzen, fast drei Stunden ruhend, die Reduktionsgeschwindigkeit eher gemindert als gesteigert hat. Tetanisierte Herzen sahen wir, gleich Handler, viel schneller reduzieren als ruhende Herzen, und zwar um so mehr, wenn das Blut »gearbeitet« war. Um vollkommen klare Resultate zu erhalten, wird mein Nachfolger sich die Mühe nehmen müssen, zwischen jedem Versuche das Herz mit Ringerscher Lösung bis zur Erschöpfung auszuwaschen. Ich darf wohl den Satz aussprechen:

Das Herz von Schildkröten und Fröschen beschleunigt die Reduktion des in ihm enthaltenen Blutes.

Es sind noch ein paar Versuche anzuführen, welche ich mit sterilisierter Nährlösung angestellt habe und zwar mit sterilisiertem Transsudat, das mir von der medizinischen Klinik zur Verfügung gestellt wurde.

Versuche am Froschherzen mit sterilisiertem Transsudat.

1. Die stark alkalische Flüssigkeit vermochte das ausgewaschene Herz schlagfähig zu machen. Das neutralisierte Transsudat schwächte die Schläge. Kochsalzlösung setzte sie noch herab. Frisches Blut kräftigt die Pulse erheblich.

2. Zwei Tage altes, stark alkalisches pleuritisches Exsudat belebt das Herz fast nicht. Neutralisiert wirkt es noch weniger. Mit drei Monate altem Transsudat gemischt, ermöglicht es ausgiebigere Pulse.

3. Fünf Tage altes, stark alkalisches pleuritisches Exsudat bringt das Kochsalzherz zu seltenen, aber starken Pulsen. Das neutrale Exsudat löst frequentere aber schwache Schläge aus, die auch durch Salzwasser bald gemindert werden. Alkalisches Transsudat verstärkt anfänglich wieder die Pulse. Diese wurden später schwach, können aber dann durch Salzwasser wieder etwas verstärkt werden.

Aus diesen Versuchen ist zu schliefsen, dafs pleuritische Exsudate sowohl bei alkalischer als auch bei neutraler Reaktion Herzen schlagfähig zu machen vermögen, dafs aber nicht jedes Transsudat die ernährenden Stoffe enthält.